

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek

Kommissie voor Toegepast Wetenschappelijk Onderzoek
in de Zeevisserij (T.W.O.Z.)

(Voorzitter: F. LIEVENS, Directeur-Generaal)

**De objektieve kwaliteitsbepaling
van
hard gezouten gerookte haring**

R. DE CLERCK en J. DEBEVERE.

Onderwerkgroepen "Visverwerkende Bedrijven" (I.W.O.N.L.) en „Voorverpakking Vis" (I.W.O.N.L.)

Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (C.L.O. Gent)
Publikatie nr. 25 — VB/VV (I.W.O.N.L.)/6/1969.

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek

Kommissie voor Toegepast Wetenschappelijk Onderzoek

in de Zeevisserij (T.W.O.Z.)

(Voorzitter : F. LIEVENS, Directeur-Generaal)

**De objektieve kwaliteitsbepaling
van
hard gezouten gerookte haring**

R. DE CLERCK en J. DEBEVERE.

Onderwerkgroepen "Visverwerkende Bedrijven" (I.W.O.N.L.) en „Voorverpakking Vis" (I.W.O.N.L.)

Mededelingen van het Rijksstation voor Zeevisserij (C.L.O. Gent)

Publikatie nr. 25 — VB/VV (I.W.O.N.L.)/6/1969.

D/1970/0889/8

Inleiding.

Als techniek tot het verduurzamen is het roken van bepaalde vissoorten reeds lang gekend, vermits deze conserveertechniek de valorisatie van visserijprodukten beoogt. Het is dan ook van uitzonderlijk belang de waarde van dit proces aan de hand van objektieve kwaliteitsbepalingen te kunnen vastleggen ; meteen wordt het dan ook mogelijk de houdbaarheid en het bederf van het eindprodukt na te gaan. Het is overigens ook zo, dat tot nog toe de kwaliteitsbeoordeling enkel op subjektieve gronden berustte.

Er bestaat een relatief uitgebreide literatuur over het bederf en de objektieve kwaliteitsbepaling van verse vis. Voor verwerkte vis is het beeld niet zo klaar. De onderzoeker die een kwaliteitsindex nodig heeft, moet zich echter kunnen beroepen op objektieve bepalingen, die dienen te voldoen aan welbegrensde eigenschappen, zoals konstantheid en betrouwbaarheid ; hiermede kan dan ook het "consumer appeal" beter worden omschreven.

Om het oppuntstellen van deze methode te verwezenlijken, werden reeds veel onderzoeken verricht.

Na studies van Reed et al (1), Gibbons et al (2), waren Reay en Shewan in 1949 van oordeel dat de proteolyse, de trimethylamineoxydereductie, de lipolyse en de koolhydraatabbraak de voornaamste activiteiten van de bacteriën vormen. Mathen et al (4) beweerden, dat de bakteriologische bepalingen in ieder schema voor kwaliteitsbepaling essentieel zijn.

Andere onderzoekers doen beroep op de bepaling van de afbraakstoffen, zoals het doseren van de totale vluchtige basische stikstof en het trimethylamine.

De bepaling van de totale vluchtige basische stikstof werd in 1910 door König (5) ingevoerd. In 1935 stelden Lücke en Geidel (6) een methode voor, om door destillatie, de totale vluchtige basische stikstofbestanddelen te doseren, terwijl Conway (7) de mikrodifusie introduceerde.

Voortvloeiend uit studies van Beatty et al (8) en Beatty (9) kon worden uitgemaakt dat het trimethylamineoxyde onder wisselende hoeveelheden in alle vissen van het marine milieu aanwezig is (10). De bakteriële omzettingen geschieden onder invloed van het triamineoxydease (11). Dit enzyme is zeer specifiek. Het reduceert trimethylamineoxydease, alsook het trimethylamine en het tri-n-propylamine, doch het activeert het $(\text{CH}_3)_3\text{N}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{C}}{\text{=}}}$ groep van betaïne choline, acetylcholine of ergothionine niet, evenmin trouwens als de $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_2}{\text{=}}}$ groep van stachydrine. In 1959 werd door Dyer (12) tenslotte een techniek op punt gesteld, om het trimethylamine kolorimetrisch te doseren. Deze methode wordt het meest toegepast en geeft trouwens de meest betrouwbare resultaten.

Voor vette vis speelt de vetafbraak evenwel ook een rol in het bederf. Deze degradatie van vetten gebeurt ofwel volgens oxidatieve processen, ofwel door hydrolytische reacties. Het konglomeraat van deze scheikundige en enzymatische reacties wordt door het begrip "ranzigheid" aangeduid.

De invloedsfactoren op deze afbraak (13) kunnen zowel exogeen, als endogeen zijn.

Om deze ranzigheid te bepalen, kan worden beroep gedaan op de bepaling van de peroxyde-index, volgens de methode van Lea (14) en op de bepaling van het thiobarbituurzuurgetal, voorgesteld door Tarladgis (15).

Om de bruikbaarheid van deze methoden voor verwerkte vis na te gaan, werd een bewaringsproef op hard gezouten gerookte haring uitgevoerd, met als doel de bepaling van het totaal aantal bacteriën (TAB), de bepaling van de vluchtige basische stikstofbestanddelen (TVB), van het trimethylamine (TMA), van het peroxydegetal (PO) en van het thiobarbituurzuurgetal (TBZ) naar hun toepassingsmogelijkheden te testen. Aan de onderzoeken werd eveneens een technologische studie gekoppeld, teneinde de materiaalbalans, de vetuitloging en de zoutuitloging gedurende de behandelingsprocessen te kunnen nagaan.

Proefomstandigheden.

Het rookproces van hard gezouten haring kan in twee periodes worden ingedeeld, nl. de droogperiode en de eigenlijke rookperiode.

Tijdens de droogperiode wordt de haring aan een warm luchtrookmengsel onderworpen, ten einde de oppervlakkige waterfilm te verwijderen en de organen, waardoor de speet steekt, te verstevigen. De rookperiode, die op de droogperiode volgt, heeft tot doel het vislichaam verder te drogen en door afzetting van rookbestanddelen de typische rookkleur-, -geur en -smaak te bekomen.

I. Grondstof.

Als grondstof werd gesorteerde verse haring van de gewichtsklasse 180-210 g aangewend. Er werden drie homogene partijen gesorteerd. Voor het sorteren werd een Illumitronic trieerapparaat Cl-5-500W gebruikt. Het apparaat bezit een weegcel met een maximaal weegbereik van 175 g, terwijl de gewichtsgrenzen van 10 g tot 300 g kunnen variëren. Op deze wijze kunnen, naar willekeur, vijf gewichtsklassen worden ingesteld.

II. Behandelingsprocessen.

Volgende normen voor de behandelingsprocessen werden aangenomen :

1) Droogzouten.

Er werd gedurende 5 dagen, bij een temperatuur van $\pm 13^{\circ}$ C, drooggezouten.

2) Wassen.

Na het droogzouten werd de vis zesmaal, in een tijdspanne van 24 uur, gewassen.

3) Temperatuur-tijdsverloop.

De droogperiode van 1 uur gebeurde met een warm luchtrookmengsel ; de temperatuur werd langzaam tot 40° C opgedreven, om daarna onmiddellijk tot 28° C verlaagd te worden.

De rookperiode met een dicht rookmengsel, duurde 6 uur bij een temperatuur van 28° C.

4) Rookmilieu.

Er werd gedroogd en gerookt in een experimentele rooktunnel van het type "Torry".

5) Bewaringsmilieu.

De gerookte haringen werden afzonderlijk in een koelruimte bij 2° C opgestapeld.

III. Laboratoriumtechnieken.

1) Analysen voor kwaliteitsbepaling.

A. Het TAB of totaal aantal bacteriën (16).

De gebruikte methode om het TAB te bepalen, bestaat in het in suspensie brengen van getareerde visvleesmonsters. Uit de monsters wordt dan een verdunningsreeks aangelegd. De telling geschiedt volgens de klassieke gietplaatmethode, met tryptone glukose extrakt agar met pH 6.5. De inkubatie gebeurt bij 22° C en dit gedurende 5 x 24 h. De telling grijpt plaats bij middel van een W.T.W. koloniënteller en wordt logaritmisch per gram visvlees uitgedrukt.

B. De TVB of de totale vluchtige basische stikstofbestanddelen (6) (17).

De bepaling van de TVB is één van de oudste methoden om het bederf van de vis na te gaan. De stoomdestillatiemethode met het toestel van Antonacopoulos (18) wordt toegepast, waarbij de TVB, door magnesiumoxyde vrijgesteld, in boorzuur wordt overgedestilleerd. De destillatieduur bedraagt juist 17 minuten. Na toevoeging van een Misch-indikator wordt de TVB met 0,1 N zwavelzuur getitreerd.

C. Het TMA of trimethylamine (12) (17).

Het TMA wordt door kolorimetrie van het pikraat bepaald. Het TMA wordt uit het destillaat van de TVB-bepaling gedoseerd. Het destillaat wordt in tolueen overgebracht en na drogen van het tolueen, wordt het pikraat door toevoeging van pikrinezuur gevormd. De extinktie wordt bij een golflengte van 410 m μ afgelezen en met de ijkcurve vergeleken.

D. Het PO of het peroxydegetal (14).

De peroxydebepaling houdt de kwantitatieve dosering in van de aktieve zuurstof. Het isoleren van het vet gebeurt door middel van een vispers, waardoor het vissap vrijkomt. Dit vissap wordt gecentrifugeerd, waarbij het vet wordt afgezonderd. De aktieve zuurstof wordt iodometrisch bepaald en het peroxydegetal wordt in ml thiosulfaat 0,001 N per gram vet uitgedrukt.

E. Het TBZ of het thiobarbituurzuurgetal (19) (20).

De stoomdestillatie in zuur midden wordt gebruikt voor het isoleren van het malonaldehyde. De malonaldehyde geeft aanleiding tot een specifieke kleurvorming, na toevoeging van het TBZ-reagens bij 100° C en gedurende 1 uur. Met een Unicam spektrofotometer wordt de extinktie bij 532 m μ afgelezen en met de ijkcurve vergeleken.

2) Analysen in verband met het technologisch onderzoek.

A. Materiaalbalans.

Vermits gedurende de behandelingsprocessen (droogzouten, drogen en roken) rekening dient gehouden te worden met een gewichtsverlies, wordt een materiaalbalans opgesteld. Hier toe wordt de drogestof bepaling volgens de methode van het A.O.A.C. (21) uitgevoerd en met de genoteerde gewichtsverliezen vergeleken.

B. Zoutdosering.

De klassieke methode van Volhard (22) wordt voor de bepaling van het NaCl-gehalte aangewend.

C. Vetdosering.

Het vet wordt volgens de extraktiemetode met het Soxhlett-apparaat gedoseerd.

IV. Resultaten en besprekingen.

1) Resultaten en besprekingen van de kwaliteitsbepaling.

Na 1, 5, 9, 13, 16, 19, 23, 27, 33, 37, 47 en 53 dagen werden telkens zes vissen van elke partij op TAB, TVB, TMA, PO en TBZ ontleed. Van de verse vis en de drooggezouten vis werd eveneens vooraf de PO en TBZ bepaald. Tevens werden de produkten op reuk, smaak en uitzicht nagegaan.

A. Analyseresultaten.

De resultaten van hoger beschreven analyses zijn in tabel 1 tot en met 5 vermeld. Tevens zijn de gemiddelde waarden grafisch in de figuren 1 tot 5 uitgezet.

Tabel 1 - De resultaten van het totaal aantal bacteriën, uitgedrukt in \log_{10} per gram visvlees.

Dagen	Reeks 1	Reeks 2	Reeks 3	Gemiddelde
1	1,74	2,87	2,23	2,28
5	1,17	1,17	1,30	1,21
9	2,19	1,90	2,10	2,06
13	2,00	2,12	2,48	2,17
16	2,16	2,33	2,91	2,47
19	2,43	1,69	1,90	2,01
23	1,47	2,39	1,70	1,85
27	2,17	1,30	1,70	1,72
33	2,17	2,17	2,00	2,91
37	1,54	1,47	1,30	1,44
47	1,87	2,00	2,04	1,97
53	2,40	2,37	2,48	2,42

Tabel 2 - De gehalten aan totaal vluchtige basische stikstofbestanddelen, uitgedrukt in mg N %.

Dagen	Reeks 1	Reeks 2	Reeks 3	Gemiddelde
1	30,1	34,6	33,6	32,8
5	31,5	31,2	31,5	31,4
9	30,8	31,5	33,3	31,9
13	32,9	36,7	33,9	34,5
16	34,7	35,7	34,7	35,0
19	36,1	35,0	35,4	35,5
23	35,0	35,4	36,1	35,5
27	36,1	38,2	36,1	36,8
33	35,4	36,1	39,2	36,9
37	37,8	35,4	38,5	37,2
47	41,7	45,1	45,5	44,1
53	43,1	44,8	44,1	44,0

Tabel 3 - De gehalten aan trimethylamine, uitgedrukt in mg N %.

Dagen	Reeks 1	Reeks 2	Reeks 3	Gemiddelde
1	5,29	7,47	4,47	5,74
5	5,29	6,43	5,56	5,76
9	5,18	5,50	5,18	5,29
13	7,36	8,50	7,30	7,72
16	7,09	7,19	7,09	7,12
19	8,07	6,81	7,63	7,50
23	7,74	6,98	7,63	7,45
27	7,90	7,52	6,98	7,47
33	7,63	7,41	8,18	7,74
37	8,72	7,74	8,39	8,28
47	8,72	8,67	8,83	8,74
53	9,00	8,45	9,15	9,23

Tabel 4 - De gehalten aan peroxyden, uitgedrukt in ml 0,00 1 N thiosulfaat per gram vet.

Dagen	Reeks 1	Reeks 2	Reeks 3	Gemiddelde
vers	1,1	1,4	1,4	1,3
gezouten	2,6	2,9	2,5	2,7
gerookt 1	3,1	3,7	3,6	3,5
5	4,6	4,5	4,1	4,4
9	5,9	6,1	6,1	6,0
13	7,2	7,5	6,9	7,2
16	8,9	8,4	8,4	8,6
19	10,1	9,7	10,3	10,0
23	10,7	10,7	10,9	10,8
27	12,2	11,9	11,9	12,0
33	14,6	14,6	13,9	14,4
37	16,3	15,9	16,2	16,1
47	18,5	18,5	18,3	18,4
53	21,6	21,2	20,7	21,2

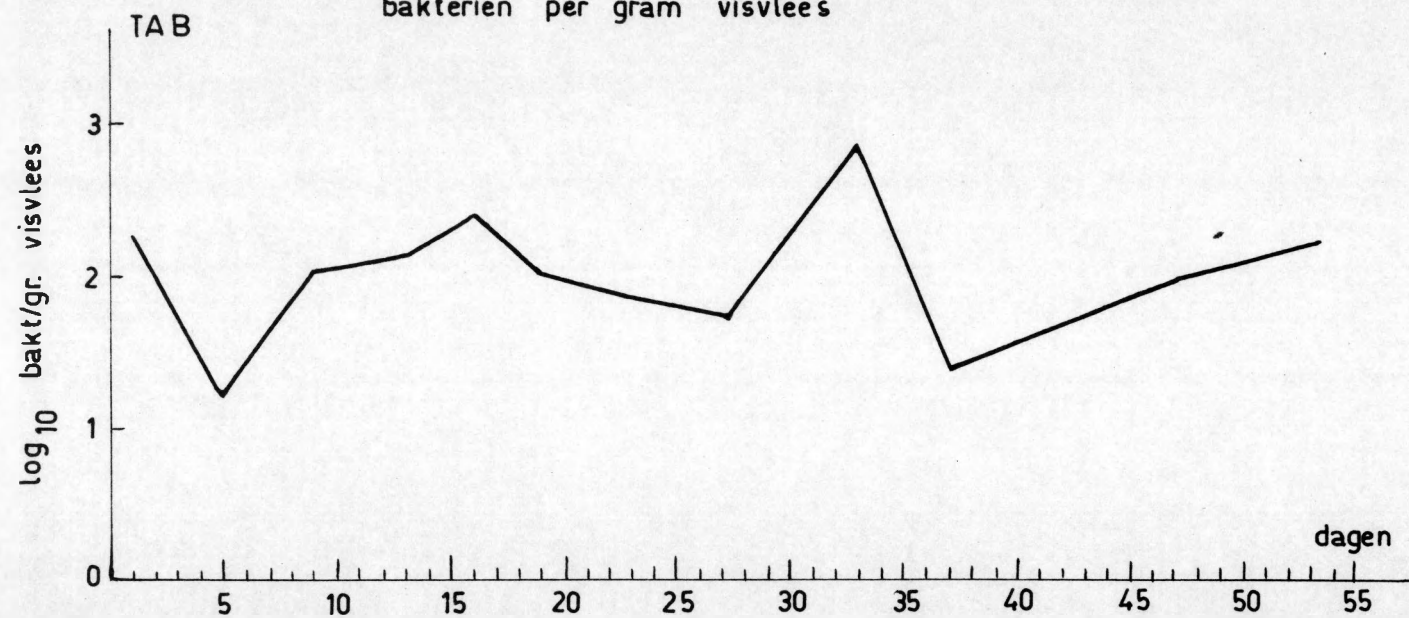
Tabel 5 - De gehalten aan malonaldehyde, uitgedrukt in mg per kg visvlees.

Dagen	Reeks 1	Reeks 2	Reeks 3	Gemiddelde
vers	0,88	0,93	0,95	0,92
gezouten	1,61	1,32	1,78	1,57
gerookt 1	2,88	2,87	2,94	2,90
5	3,71	3,68	3,52	3,64
9	6,85	6,57	6,79	6,74
13	7,52	7,83	7,69	7,68
16	8,90	9,18	8,58	8,89
19	9,03	9,22	9,21	9,15
23	9,51	9,46	9,88	9,62
27	9,89	10,44	10,15	10,16
33	10,85	11,06	11,12	11,01
37	13,14	13,32	13,44	13,30
47	15,47	15,50	15,88	15,62
53	16,83	17,14	17,23	17,07

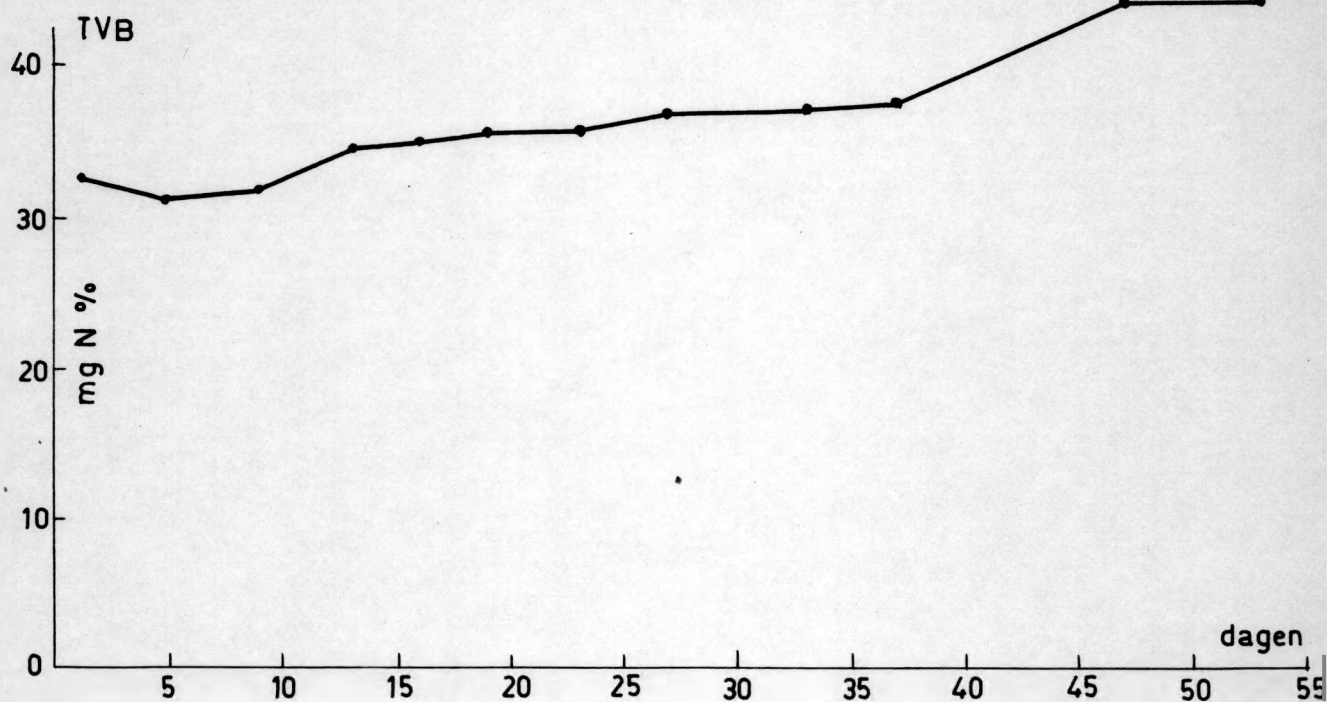
B. Bespreking.

Ten aanzien van de objektieve kwaliteitsbepalingen voor hard gezouten gerookte haring zijn van de vijf analyses enkel het TBZ getal en de peroxydeindex bruikbaar, gezien zich gedurende de bewaringsperiode een stijging van de waarden voordoet.

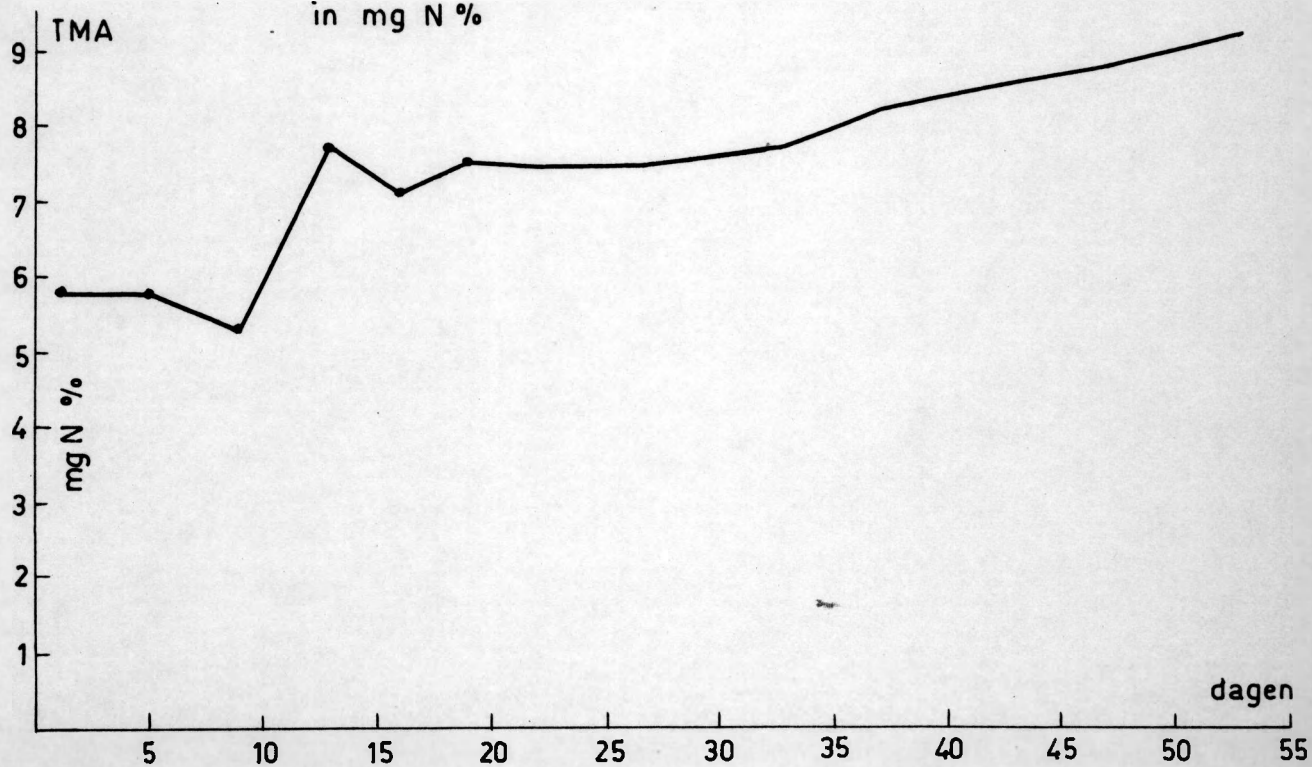
Figuur 1_ Evolutie van de gemiddelde waarden van het totaal aantal
bacteriën per gram visvlees



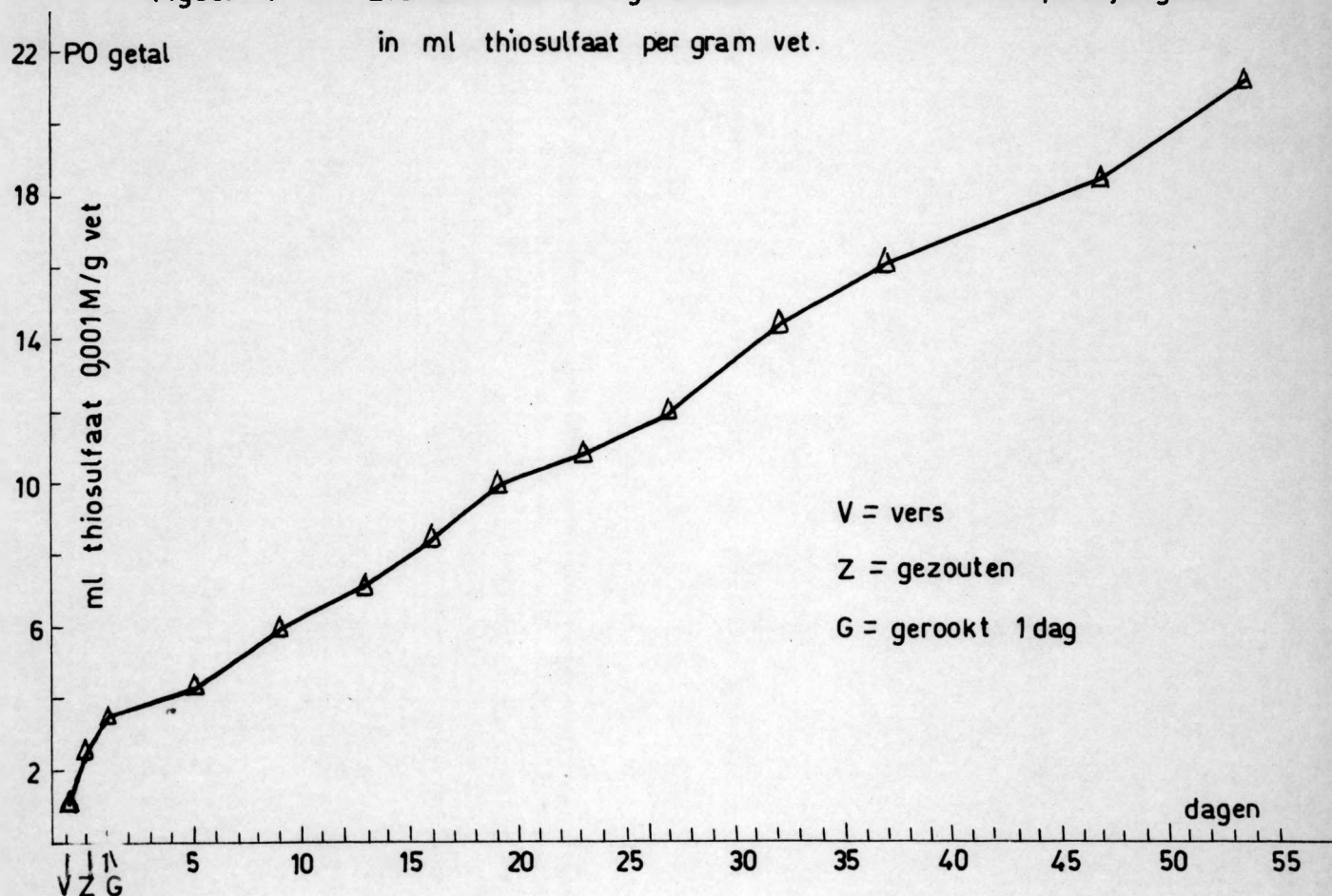
Figuur 2 _ Evolutie van de gemiddelde waarden van het totaal aan vluchtige basische stikstofbestanddelen in mg N %



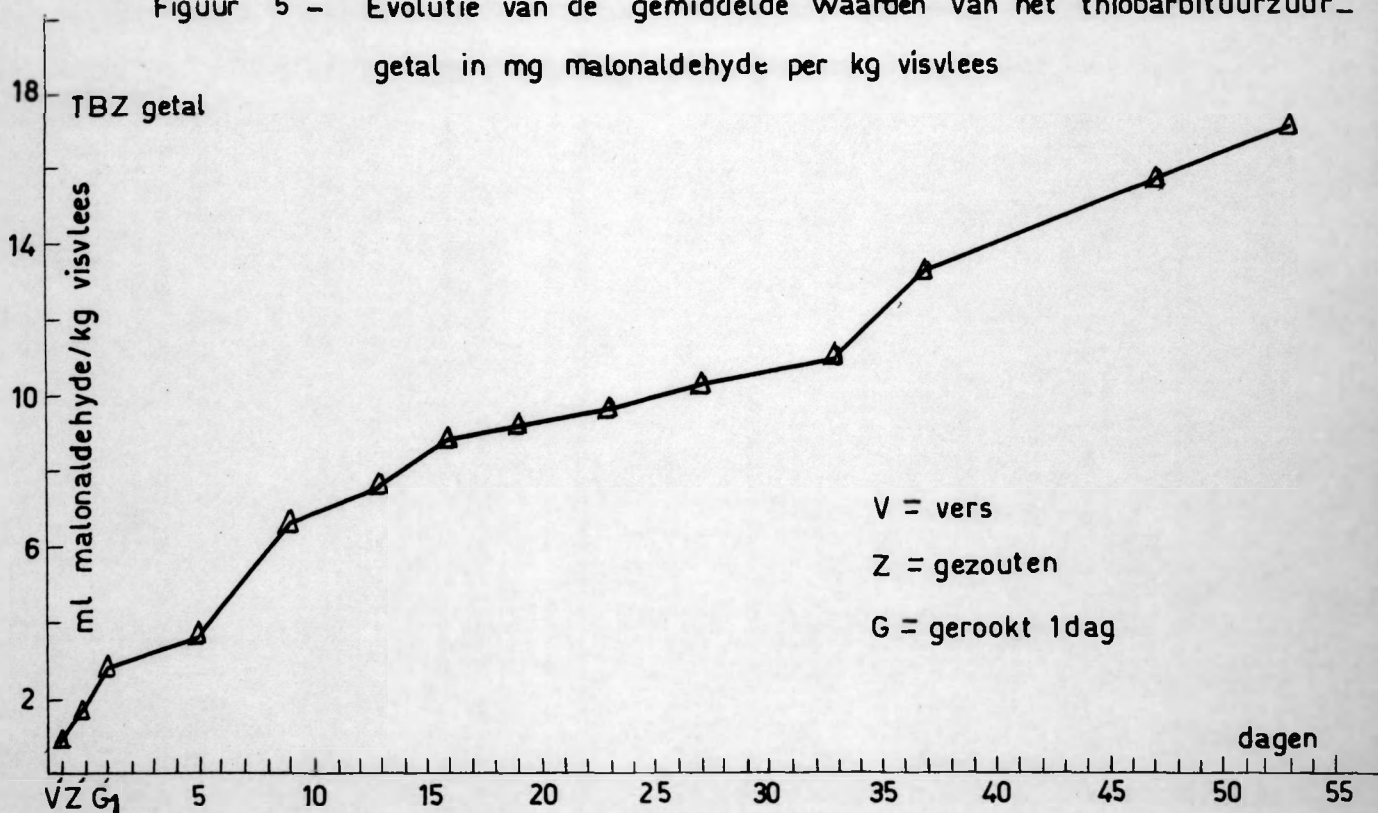
Figuur 3 _ Evolutie van de gemiddelde waarden van het trimethylamine, in mg N %



Figuur 4 - Evolutie van de gemiddelde waarden van het peroxydegetal in ml thiosulfaat per gram vet.



Figuur 5 - Evolutie van de gemiddelde waarden van het thiobarbituurzuurgetal in mg malonaldehyde per kg visvlees



2) Resultaten en bespreking van de technologische bepaling.

A. Materiaalbalans.

a) Watergehalte en rendement.

In iedere reeks worden telkens 5 analyses op watergehalte verricht. De gemiddelde waarden hiervan samen met het rendement worden in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6 - Procentuele watergehalten van het vers, gezouten en gerookt produkt en rendement.

Reeks	Vers	Droog- gezouten	Gerookt	Rende- ment
1	71,61	61,99	57,78	81,51
2	72,18	62,16	57,23	79,92
3	70,96	61,09	56,26	81,02
Gemiddelde	71,58	61,75	57,09	80,82

b) Gewichtsverliezen.

Het gewichtsverlies op de haringen werd bepaald gedurende de behandelingsprocessen, met name het droogzouten en roken. De resultaten zijn in tabel 7 opgenomen en vormen de gemiddelde van telkens 40 metingen.

Tabel 7 - Procentuele gewichtsverliezen gedurende de behandelingsprocessen.

Reeks	Droog- zouten	2 h roken	4 h roken	6 h roken	Totaal verlies
1	9,70	6,26	2,16	1,10	19,22
2	9,45	6,08	1,90	0,97	18,40
3	10,09	6,96	2,23	0,93	20,21
Gemiddelde	9,75	6,43	2,10	1,00	19,28

c) Bespreking.

Uit tabel 6 blijkt het rendement na de behandelingsprocessen 80,82 % te bedragen. De hoeveelheid water verdwenen onder vorm van uitwisseling door osmose en door verdamping beloopt aldus 19,18 %. Deze waarde stemt tevens overeen met het genoteerd gewichtsverlies van 19,28 % uit tabel 7.

B. Zoutgehalte gedurende de behandelingsprocessen.

Van de drooggezouten, de gewassen en de gerookte haring werd telkens op 10 stuks de zoutconcentratie bepaald. De resultaten van deze bepaling zijn in tabel 8 weergegeven.

Tabel 8 - De gemiddelde procentuele zoutgehalten na droogzouten, wassen en roken.

Reeks	Droog- gezouten	Gewassen	Verschil	Gerookt	Verschil
1	13,88	7,02	- 6,86	7,61	+ 0,59
2	13,82	7,13	- 6,69	7,49	+ 0,36
3	13,88	7,29	- 6,59	7,73	+ 0,44
Gemiddelde	13,86	7,15	- 6,71	7,61	+ 0,46

Uit de resultaten van tabel 8 volgt, dat zich een gemiddeld verlies van 6,71 % voordoet na 6 maal wassen op een tijdspanne van 24 uur. Anderzijds is de geringe toename van 0,46 % het logisch gevolg van de relatieve toename van het drogestof gehalte na het drogen en het roken.

C. Vetgehalte vóór en na roken.

Tabel 9 vermeldt de resultaten van de vetbepalingen vóór en na het roken ; het geldt gemiddelde waarden van telkens 5 bepalingen.

Tabel 9 - Gemiddelde procentuele vetgehalten vóór en na het roken.

Reeks	Vers	Gerookt	Verschil
1	19,59	21,41	+1,82
2	18,03	20,93	+2,90
3	19,28	21,16	+1,88
Gemiddelde	19,30	21,17	+2,20

De gemiddelde toename van 2,20 % vetgehalte is te wijten aan de toename van 14,49 % drogestof gedurende de behandelingsprocessen (Tabel 6).

Algemene besluiten.

Uit de reeks van objektieve kwaliteitsbepalingen en technologische onderzoeken kan het volgende worden besloten :

1. Ten aanzien van het TAB.

Gedurende de volledige bewaringsperiode blijft het totaal aantal bacteriën per gram visvlees konstant. Dit kan worden toegeschreven aan het bakteriostatisch effect van het hard zouten.

2. Ten aanzien van de TVB.

Een langzame stijging van de TVB wordt genoteerd. Deze geringe toename vindt een oorzaak in de autolyse.

3. Ten aanzien van het TMA.

Er kan niet worden gesproken van een noemenswaardige stijging van het TMA. De reden hiervoor ligt in het feit dat geen bakteriëngroei plaats grijpt, zodat geen TMA onder invloed van het triamineoxydease kan worden gevormd.

4. Ten aanzien van het PO-getal.

Voortgaande op de wijzigingen in smaak en reuk gedurende het bewaren en steunende op de studie van Banks (23), mag worden aangenomen dat een peroxydegetal van 8 als licht ranzig mag worden betiteld, terwijl vanaf 20 werkelijke ranzigheid intreedt.

Volgens deze normen is, in onderhavig onderzoek, de gerookte haring licht ranzig na 13 dagen en ranzig na 50 dagen.

5. Ten aanzien van het TBZ-getal.

Korrelerend met de wijzigingen in smaak en reuk enerzijds en met de hierboven vermelde grenswaarde van het PO anderzijds, kan worden besloten dat het TBZ-getal van ca 15 als maat voor ranzigheid mag worden aangenomen.

6. Ten aanzien van de materiaalbalans.

Een procentueel gewichtsverlies van ca 10 % gedurende het droogzouten stemt overeen met eenzelfde procentueel waterverlies.

Het totaal gewichtsverlies gedurende de behandelingsprocessen bedraagt 19 % en stemt overeen met het rendement van 81 % uit de waterbalans.

7. Ten aanzien van de zoutgehalten.

Gedurende het wassen van de drooggezouten haring treedt een verlies van ca 7 % op, terwijl door roken een geringe toename van 0,5 % te noteren valt.

8. Ten aanzien van het vetgehalte.

Een toename van 2,2 % na het roken dient toegeschreven te worden aan de afname van het procentuele vochtgehalte, gedurende de behandelingsprocessen.

Als algemeen besluit bij het opstellen van een objectief kwaliteitspatroon kan worden aangestipt, dat de analyses van het TAB, het TVB en het TMA niet bruikbaar zijn voor hardgezouten gerookte produkten. Het bakteriostatisch effect van het droogzouten gedurende vijf dagen is zo, dat de bakteriële eiwitafbraak hierdoor gedurende minstens 53 dagen wordt stopgezet.

Anderzijds komt bij de hardgezouten gerookte haring een limiterende kwaliteitsfaktor sterk naar voren, met name de ranzigheid. De determinerende analyses, nl. het PO-getal en het TBZ-getal vertonen een continue stijging over de volledige bewaarcyclus. De grenswaarde van deze analyses wordt na 50 dagen bereikt en komt overeen met de sterke ranzigheid die organoleptisch werd waargenomen.

Literatuur.

- (1) Reed, G.B., Rice, C.E., en Sinclair, R.J., Contrib. Can. Biol. Fisheries, 4, 229-55 (1929).
- (2) Gibbons, N.E., en Reed, G.B., J. Bact., 19, 73-88 (1930).
- (3) Reay, G.A., en Shewan, J.M., Advances in Food Research, 3, 343, (1949).
- (4) Mathet, C., Lekshmy, A., Pillai, V.K. en Bose, N., The Technology of Fish Utilisation. International Symposium Husum, May 1964. Fishing News (Books) Ltd, London.
- (5) Konig, J., Springer, J., Leipzig (1910).
- (6) Lücke, F., en Geidel, W., Z. Lebensmittel-Unters. u.-Forsch. 70, 411, (1935).
- (7) Conway, E., Microdiffusion Analysis and Volumetric Error, Crosby Lockwood and Son Ltd, London (1962).
- (8) Beatty, S.A. en Gibbons, N.E., J. Biol. Bd., Can., 3, 77-91, (1937).
- (9) Beatty, S.A., J. Fish. Res. Bd. Can., 4, 63-8 (1938).
- (10) Beatty, S.A., J. Fish. Res. Bd. Can., 4, 229-32 (1939).
- (11) Tarr, H.L.A., J. Fish. Res. Bd. Can., 5, (1940).
- (12) Dyer, W., Journal of the A.O.A.C., 42, 292, (1959).
- (13) Schormüller, J., Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Springer Verlag, p. 61, (1961).
- (14) Lea, C.H., Proc. Roy. Soc. B. 108, 175-189, (1931).
- (15) Tarladgis, B.G., Watts B.M., Younathan M.T., J. Am. Oil Chem. Soc. 37, 44, (1960).
- (16) Debevere, J., Ministerie van Landbouw, Proefstation voor Zeevisserij, Oostende, Werkgroep "Voorverpakking Vis" (I.W.O.N. L.) Publikatie nr. 1, (1967).
- (17) Vyncke, W., Ministerie van Landbouw, Proefstation voor Zeevisserij, Oostende, Publikatie nr. 5, (1964).
- (18) Antonacopoulos, M., Z. Lebensmittel-Unters. u.-Forsch., 113, (1960).

